

**EKSTRAKSI *SILICA WHITE POWDER*  
DARI LIMBAH PADAT  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
PANAS BUMI DIENG**

**Oleh:  
Ir. Ely Kurniati, MT**

## **EKSTRAKSI *SILICA WHITE POWDER* DARI LIMBAH PADAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI DIENG**

Hak Cipta © pada Penulis, hak penerbitan ada pada Penerbit UPN Press

**Penulis** : Ir. Ely Kurniati, MT  
**Diset dengan** : MS - Word Font Times New Roman 11 pt.  
**Halaman Isi** : 44  
**Ukuran Buku** : 16.5 x 23 cm  
**Cetakan I** : 2009  
**Editor** : Ir. Sutiyono, MT  
**Perancang Sampul** : Santoso, SE  
**Penerbit** : UPN Press  
Jl Raya Rungkut Madya – Gunung Anyar  
Surabaya, 60294  
Telp. (031) 8706369

---

**ISBN : 978 – 979 – 3327 – 58 - 7**

---

### **Kata Pengantar**

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia beserta rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Sehingga penyusun diberikan kekuatan dan kelancaran dalam menyelesaikan buku yang berjudul “*Ekstraksi Silica White Powder Dari Limbah Padat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Dieng*”. Dalam rangka memenuhi khazanah ilmu pengetahuan. Buku ini kami susun dari pengalaman lapangan yang telah kami peroleh selama ini dan dikombinasikan dengan teori dari berbagai narasumber.

Kami menyadari bahwa isi buku ini belumlah mendalam, baik secara materi maupun cara penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penyusun harapkan demi perbaikan penyusunan laporan selanjutnya.

Akhir kata, penyusun menyapaikan maaf atas kesalahan yang terdapat dalam laporan penelitian ini. Semoga dapat bermanfaat bagi penyusun sendiri dan semua pembaca agar dapat dijadikan dasar penelitian selanjutnya.

Surabaya, September 2009

Penyusun

## INTISARI

Limbah padat dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Dieng ini memiliki berbagai kandungan salah satunya silika. Dimana kandungan silika dalam limbah ini menurut data yang kami peroleh sekitar 55,22% dan sisanya berupa impurities lain. Proses yang digunakan adalah ekstraksi (washing). Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan *silica white powder* dengan proses ekstraksi (washing) dari limbah padat PLTPB Dieng serta mempelajari proses pengambilan *silica white powder* dari limbah padat PLTPB Dieng.

Sebelum proses penelitian, dilakukan terlebih dahulu persiapan bahan baku berupa limbah padat yang ditumbuk sampai halus, kemudian diayak dengan ukuran 30 mesh. Dalam penelitian ini digunakan kondisi tetap yaitu waktu pengadukan selama 30 menit. Kecepatan putaran pengadukan 100 rpm. Suhu pembakaran 1100°C dan konsentrasi pelarut 1 % dari volume pelarut. Sedangkan untuk kondisi yang dijalankan adalah berat limbah (gr), jenis pelarut, dan volume pelarut (ml).

Dari hasil penelitian ini, pada proses ekstraksi (washing) dengan pelarut air ( $H_2O$ ) diperoleh data terbaik dengan kadar silika 96,1 % dengan kondisi berat bahan 50 gram dan pelarut air 1500 ml pada suhu 1100°C dengan ratio berat bahan terhadap solvent 1:30. Pada pelarut asam chlorida (HCl) kadar silika terbaik adalah 98,1 % pada kondisi berat bahan 50 gram dengan pelarut 1500 ml dengan HCl 15 ml pada suhu 1100°C dengan ratio berat bahan terhadap solvent 1:30,3. Sedangkan dengan pelarut asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) kadar silika terbaik adalah 98,9 % pada kondisi berat bahan 50 gram dengan pelarut 1500 ml dengan  $H_2SO_4$  15 ml pada suhu 1100°C dengan ratio berat bahan terhadap solvent 1:30,3.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
INTISARI .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Manfaat Penelitian .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Tinjauan Umum .....	3
II.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi .....	3
II.1.2. Limbah Padat dari PLTPB .....	6
II.2 Silika .....	8
II.2.1 Bentuk Silika.....	9
II.3 Asam Chlorida (HCl).....	12
II.4 Air ( $H_2O$ ).....	12
II.5 Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ).....	13
II.6 Landasan Teori.....	13
II.6.1 Produksi Silica White Powder .....	13
II.6.2 Ekstraksi (Washing).....	14
II.7 Hipotesis .....	19

### BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1 Bahan-bahan yang digunakan .....	20
III.2 Alat dan rangkaian alat .....	20
III.3 Variabel Yang digunakan.....	22
III.3.1 kondisi yang ditetapkan.....	22
III.3.2 Kondisi yang dijalankan.....	22
III.4 Prosedur Penelitian .....	22
III.5 Skema Ekstraksi <i>Silica White Powder</i> dari limbah padat PLTB Dieng .....	24

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Analisa Bahan Baku (Limbah padat PLTB Dieng).....	25
IV.2 Proses Ekstraksi (Washing) .....	25
IV.2.1 Ekstraksi (Washing) dengan pelarut air .....	25
IV.2.2 Ekstraksi (washing) dengan pelarut asam Chlorida (HCL) .....	30
IV.2.3 Ekstraksi (washing) dengan pelarut asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).....	31

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan .....	41
V.2 Saran .....	41

DAFTAR PUSTAKA.....	43
---------------------	----

### DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Limbah Padat PLTB Dieng .....	1
Gambar 2. Dry Steam Power Plant .....	4
Gambar 3. Flash Steam Power Plant.....	4
Gambar 4. Binary-Cycle Power Plant (BCPP).....	5
Gambar 5. Peta Potensi Panas Bumi Indonesia.....	6
Gambar 6. Limbah Padat PLTPB Dieng .....	7
Gambar 7. Alat-alat Yang Digunakan .....	21

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Kualitas dari limbah padat.....	7
Tabel II.2	kandungan Silica dan TDS dalam Geothermal Brine.....	8
Tabel II.3	Kelarutan kandungan limbah padat PLTB Dieng.....	16
Tabel II.4	Kelarutan Pelarut yang Digunakan.....	16
Tabel IV.1	Kualitas Limbah Padat PLTB Dieng.....	25
Tabel IV.2	Kualitas Silica White Powder dengan Pelarut Air ( $H_2O$ ) dan Pembakaran $1100^{\circ}C$ .....	26
Tabel IV.3	Kualitas Silica White Powder dengan Pelarut Asam Chlorida ( $HCl$ ) dan pembakaran $1100^{\circ}C$ .....	31
Tabel IV.4	Kualitas Silica White Powder dengan Pelarut Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan Pembakaran $1100^{\circ}C$ .....	36

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan suatu Negara yang berlokasi dalam "Ring of Fire" dengan banyak gunung berapi yang merupakan sumber panas bumi. Indonesia telah membangun Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) di beberapa daerah seperti Jawa Barat, Sulawesi, dan Sumatera. Beberapa tahun ke depan akan dikembangkan di beberapa daerah lainnya. PLTPB merupakan pembangkit listrik energi terbarukan yang memberikan dampak positif pada pembangunan dan ekonomi nasional. Namun dihasilkannya *geothermal brine* pada operasinya selain menimbulkan masalah kerak silica pada perpipaan, juga menyebabkan pencemaran pada lingkungan akibat air limbahnya. Jika air limbah tersebut dibiarkan maka akan terbentuk endapan yang mengeras, dimana endapan tersebut banyak mengandung silica.



Gambar 1. Limbah Padat PLTPB Dieng

Kualitas fisik air limbah dan limbah padat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) di Dieng seperti pada gambar 1.

Menurut data yang kami peroleh bahwa kandungan silica dalam limbah padat dan PLTPB Dieng sekitar 55,22% dan sisanya berupa impuritis lainnya. Berdasarkan data tersebut maka limbah padat ini akan diolah untuk menghasilkan produk *silica white powder* berkadar > 98 % yang sangat dibutuhkan untuk berbagai industri.  
([www.geodipa.co.id](http://www.geodipa.co.id)).

## 1.2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dan penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan *silica white powder* dengan proses ekstraksi (washing) dari limbah padat PLTPB Dieng.
2. Mempelajari proses pengambilan silica white powder dari limbah padat PLTPB Dieng.

## 1.3. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan nantinya adalah :

1. Memanfaatkan limbah padat dan PLTPB Dieng agar tidak mencemari lingkungan.
2. Mengolah limbah padat PLTPB Dieng untuk menjadi produk silica white powder yang bermanfaat bagi industri — industri.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

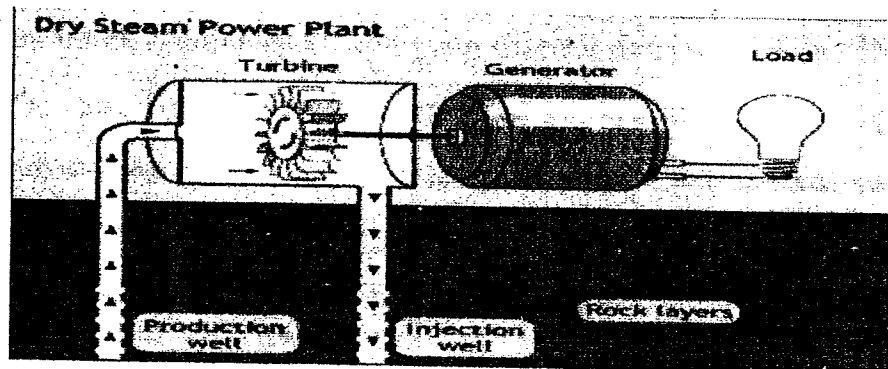
### II.1. TINJAUAN UMUM

#### II.1.1. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB)

Air panas alam (hot spring) dapat juga dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga listrik. Apabila air panas alam mengalami kontak dengan udara karena fraktur atau retakan, maka semburan akan keluar melalui retakan tersebut dalam bentuk air panas dan uap panas (steam). Air panas dan steam inilah yang kemudian dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik. Agar energi geotermal dapat dikonversi menjadi energi listrik, tentunya diperlukan sebuah sistem pembangkitan listrik (power plants). Berikut ini merupakan teknologi - teknologi yang digunakan dalam pembangkit listrik geothermal :

#### 1. Dry steam power plant

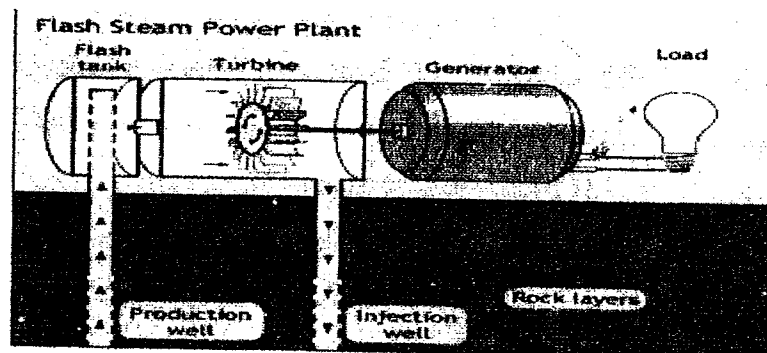
Pembangkit tipe ini adalah yang pembangkit listrik geotermal yang pertama kali ada. Pada tipe ini, uap panas (steam) langsung diarahkan ke turbin serta mengaktifkan generator untuk bekerja menghasilkan listrik. Sisa panas yang datang dari production well dialirkan kembali ke dalam reservoir melalui injection well.



Gambar 2. Dry Steam Power Plan

## 2. Flash steam power plant

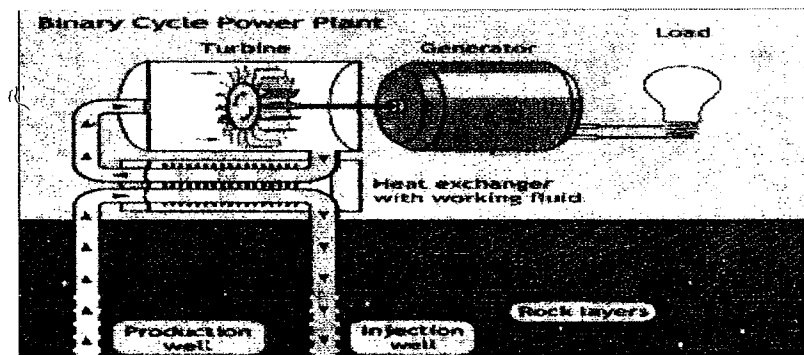
Panas bumi yang berupa fluida, misalnya air panas alam (hot spring) di atas suhu  $175^{\circ}\text{C}$ , dapat digunakan sebagai sumber pembangkit flash steam power plant. Fluida panas tersebut dialirkan kedalam tangki flash yang tekanannya lebih rendah sehingga terjadi uap panas dengan laju alir yang tinggi. Uap panas yang disebut dengan flash inilah yang menggerakkan turbin untuk mengaktifkan generator yang kemudian menghasilkan listrik. Sisa panas yang tidak terpakai masuk kembali ke reservoir melalui injection well.



Gambar 3. Flash Steam Power Plant

## 3. Binary - cycle power plant (BCPP)

BCPP menggunakan prinsip teknologi yang berbeda dengan kedua teknologi yang sebelumnya sudah ada (dry steam dan flash steam). Pada BCPP, air panas atau uap panas yang berasal dari sumur produksi (production well) tidak pernah menyentuh turbin. Air panas bumi digunakan untuk memanaskan apa yang disebut dengan working fluid pada heat exchanger. Temperatur working fluid kemudian akan meningkat dan menghasilkan uap berupa flash. Uap yang dihasilkan di heat exchanger dialirkan untuk memutar turbin yang selanjutnya menggerakkan generator untuk menghasilkan sumber daya listrik. Uap panas yang dihasilkan di heat exchanger inilah yang disebut sebagai secondary (binary) fluid. Binary cycle power plant merupakan sistem aliran tertutup karena tidak ada materi yang dilepas ke atmosfer. Keunggulan dari BCPP ialah pengoperasiannya yang dapat dilakukan pada suhu rendah, yaitu sekitar  $90 - 175^{\circ}\text{C}$ .



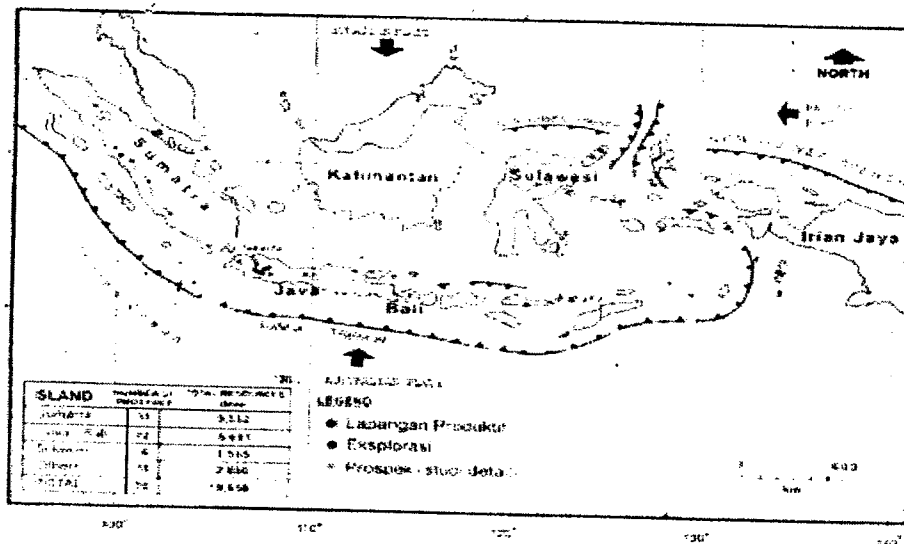
Gambar 4. Binary - Cycle power plan

Kelebihan energi geotermal dibandingkan dengan sumber energi lainnya ialah sifat energi geotermal yang bersih, bahkan terbersih jika dibandingkan minyak bumi, batubara, dan nuklir. Hal ini dikarenakan emisi pembangkit geotermal sangatlah rendah, dan bahkan secara teoritis emisinya sama dengan nol. Walaupun begitu, energi geotermal tetap mempunyai

kekurangan yaitu biaya instalasi awalnya yang sangat mahal.

Beberapa daerah panas bumi di Indonesia yang telah dieksploitasi untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik adalah : Sibayak (Sumatra Utara), Salak, Karaha - Bodas, Kamojang, Wayang Windu, Darajat (Jawa Barat), Dieng (Jawa Tengah) dan Lahendong (Sumatera Utara) dengan total kapasitas sebesar 822 MW. Sementara daerah potensial yang sedang dieksplorasi antara lain : Ulubelu (Lampung), Bedugul (Bali), Mataloko (Nusa Tenggara Barat), Kotamubago (Sulawesi Utara) dan lainnya.

**Peta Potensi Panas Bumi Indonesia**

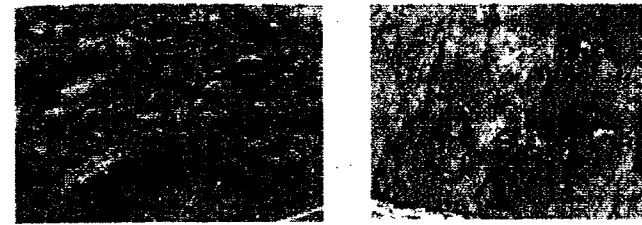


**Gambar 5. Peta Potensi Panas Bumi Indonesia**

Sumber : (Fauzi, 2000)

### II.1.2. Limbah padat dari PLTPB

Limbah padat dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi berupa padatan keras, dimana padatan tersebut terbentuk karena air limbah yang ditampung mengalami pengendapan sehingga membentuk padatan yang keras.



**Gambar 6. Limbah padat PLTPB Dieng**

**Tabel II.1. Kualitas dari Limbah padat**

No	Parameter	Konsentrasi (% berat)
1	SiO <sub>2</sub>	55,233
2	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,505
3	Na <sub>2</sub> O	14,955
4	K <sub>2</sub> O	8,307

Sumber : [www.geodipa.co.id](http://www.geodipa.co.id)

Berdasarkan tabel diketahui bahwa konsentrasi Silica (SiO<sub>2</sub>) sebesar 55,233 % berat, sedangkan impurities seperti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O sebesar 45,767 % berat. Limbah padat ini belum memenuhi kualitas sebagai silica white powder dengan kadar silica > 98 %.

Kandungan silica pada PLTPB di beberapa negara seperti tercantum dalam tabel 11.2. di bawah ini :



**Tabel II.2. Kandungan Silica dan TDS dalam Geothermal Brine**

No	Lokasi PLTPB	Kandungan (mg/L)	
		SiO <sub>2</sub>	TDS
1	Salton Sea	600 - 700	30
2	Indonesia	746	20.946
3	Coso	600 - 800	7.000 - 10.000
4	Heber	550	14
5	Mammoth	250	1200

Sumber : (Pablo, 2002)

## II.2. SILIKA

Silika atau silicon oksida mempunyai rumus kimia SiO<sub>2</sub> dengan berat molekul 60,08 dan terdiri dari 53,26 % O dengan 46,74 % Si. Secara alami silica terdapat dalam pasir kuarsa (quartz), batuan opal, batu api, dan batuan permata (amethyst, agate).

Silika atau SiO<sub>2</sub> mempunyai sifat - sifat sebagai berikut :

1. Merupakan kristal jernih tidak berwarna.
2. Mempunyai specific gravity 2,2 - 2,6.
3. Tidak larut dalam air dan asam - asam kecuali asam fluorine (HF) dengan membentuk gas silicon tetra fluoride (SiF<sub>4</sub>).
4. Larut dalam leburan alkali.
5. Mempunyai titik leleh antara 1600°C - 1750°C dan akan menyublim pada suhu 1750°C (opaline silica).

Dalam industri silica dipakai untuk pembuatan kaca, water glass (natrium silikat), keramik, silica gel, asam silikat dll. (Turner, 1956)

Silika ini tidak pernah terdapat bebas di alam, tetapi umumnya bersenyawa dengan zat lain. Senyawa silicon yang melimpah jumlahnya adalah silicon oksida (SiO<sub>2</sub>) atau biasa disebut dengan silica, yang ada dalam kemurnian fungsi dan rendah. Silika murni terdapat di Quartz (rock crystal),

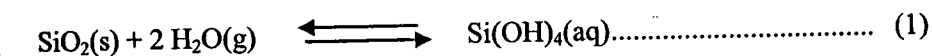
tridymite, dan cristobalite. Sebagai silica yang tidak murni, misalnya pasir, avartite, quartzase dll. (Klug & Brasted, 1958)

Silikon juga terdapat dalam tumbuh - tumbuhan dan hewan, dalam bentuk abu, gandum dan sejenisnya, bambu dan sejenisnya, serta tembakau mengandung silicon yang cukup besar jumlahnya. (Klug & Brasted, 1958)

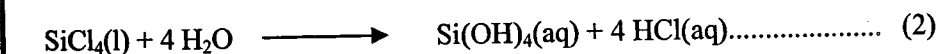
Silika dinotasikan sebagai Silikon Dioksida (SiO<sub>2</sub>). Silikon dioksida adalah senyawa biner yang paling umum dari silica dan oksigen. Dua elemen ini tersedia melimpah ruah di bumi sekitar ± 60% berat kerak bumi. (Kirk - Othmer, 1969)

Silika adalah material dasar dari gelas, keramik dan industri - industri refraktor, juga sebagai bahan mentah yang penting untuk produksi soluble silikat dan silicon carbide. (Kirk — Othmer, 1982)

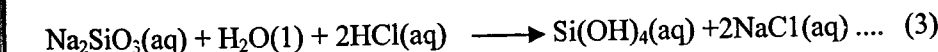
SiO<sub>2</sub> adalah suatu anhidrat dari asam silica. Kinetika SiO<sub>2</sub> dikocok dengan air dalam waktu lama, sedikit sekali larutan asam (silicat acid) diperoleh dalam formasi sebagai berikut :



Kelarutan dari silicon dioksida dalam air sangat kecil dan dapat naik pada tekanan dan temperature yang tinggi. Sedangkan konsentrasi larutan asam silica yang tinggi dapat diperoleh sebagai berikut :



Atau



### II.2.1. Bentuk Silika

Silika ada dalam beberapa bentuk polymorphen crystalin

(Crystalline Silika) yang merupakan modifikasi amorphous dan liquid. Menurut tinjauan konvensional polimorfisme silika terdiri dari tiga bentuk dasar pada tekanan atmosfer, yaitu Quartz (stabil pada 870°C), Trydimite (stabil pada 870 - 1470°C) dan bentuk - bentuk tersebut strukturnya didasarkan pada  $\text{SiO}_4$  tetrahedral. (Kirk — Othmer, 1982).

Dibawah ini dijelaskan masing-masing bentuk dasar silika pada tekanan atmosfer yaitu :

### 1. Quartz

Penyusunan atom dalam high quartz ( $\beta$ -quartz) terdiri dari rantai tetrahedral yang membentuk heliks. Bentuk paling umum dari silika adalah "low quartz". Quartz sendiri meleleh pada suhu lebih rendah dari titik leleh crystobalite atau trydimite, yaitu 1470°C, tetapi laju peleburannya sebanding dengan laju terbentuknya crystobalite.

### 2. Trydimite

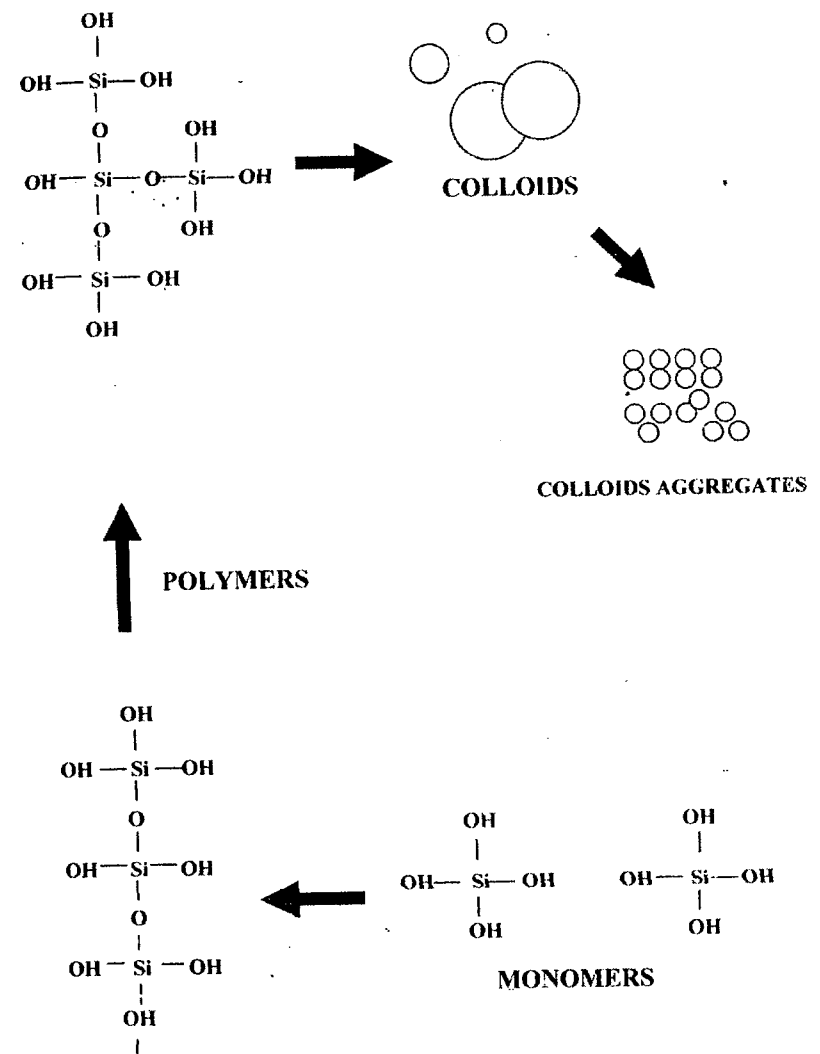
Trydimite adalah bentuk silika yang stabil pada suhu 870 - 1470°C pada tekanan atmosfer. Karena kelambanan rekonstruksi trydimite quartz yang memerlukan mineralizer seperti natrium tungstate, oksida logam alkali. Trydimite biasanya berada sebagai fasa meta stabil dibawah 870°C. Hal ini terjadi pada karang vulkanik dan batuan meteorit.

### 3. Crystobalite

Crystobalite adalah bentuk padatan high temperature dari silika yang stabil pada suhu 1470 - 1723°C. Berada pada meta stabil yang baik dibawah 1470°C. Hal ini terjadi secara alami pada beberapa karang vulkanik kristal crystobalite yang murni dan baik memiliki inverse high low pada 270°C, tetapi temperature inverse bervariasi dan biasa terjadi pada suhu rendah 170°C. (Kirk — Othmer, 1982)

(Srie Muljani, 2008)

## SKEMA PEMBENTUKAN SILIKA



(Pablo, 2002)

### II.3. Asam Chlorida (HCl)

Sifat – sifat kimia dan fisika HCl adalah

- a. Bentuk : Liquid
- b. Warna : Bening tak berwarna, sampai cairan kuning muda
- c. Melting point : - 15,35°C
- d. Titik didih : ~
- e. Specific gravity : 1,48
- f. Rumus molekul : HCl dalam air (H<sub>2</sub>O)
- g. Berat molekul : 36,47
- h. Kelarutan : Sangat larut dalam air (tercampur penuh)
- i. Komposisi kimia : 32% mol HCl dan 68% mol H<sub>2</sub>O
- j. Massa molar : 36,46 g/mol (HCl)
- k. Titik leleh : -26°C (247 K), 38% larutan
- l. Titik didih : 110°C (383 K), 20,2% larutan; 48°C (321 K), 38% larutan.
- m. Keasaman (pK<sub>a</sub>) : -8,0
- n. Viskositas : 1,9 mPa.s pada 25°C, 31,5% larutan

Kegunaan dari asam klorida (HCl) adalah :

- a. Sebagai katalis
- b. HCl merupakan asam anorganik dan termasuk asam kuat

([www.wikipedia-indonesia.com](http://www.wikipedia-indonesia.com))

### II.4. Air (H<sub>2</sub>O)

- Nama sistematis : air
- Nama alternatif : aqua, dihidrogen monoksida, hidrogen hidroksida
- Rumus molekul : H<sub>2</sub>O

- Massa molar : 18.0153 g/mol
- Densitas dan fase : 0.998 g/cm<sup>3</sup> (cairan pada 20°C)  
: 0.92 g/cm<sup>3</sup> (padatan)
- Titik lebur : 0°C (273.15 K) (32°F)
- Titik didih : 100°C (373.15 K) (212°F)
- Kalor jenis : 4184 J/(kgK) (cairan pada 20°C).

([www.wikipedia-indonesia.com](http://www.wikipedia-indonesia.com))

### II.5. Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Sifat-sifat Fisika :

- Titik leleh (°C) : 10
- Titik didih (°C) : 290
- Tekanan uap (mmHg) : 1 (146 °C)
- Berat jenis cairan : 1,84 (100 persen)
- Berat jenis gas : ~
- Berat jenis uap : 3,4 (udara = 1)
- Kelarutan : ~
- Bau : ~

([www.kirniagnet.com](http://www.kirniagnet.com))

### II.6. LANDASAN TEORI

#### II.6.1 Produksi Silica White Powder

##### A. Limbah Padat

Limbah padat pembangkit listrik tenaga bumi masih berupa padatan dengan ukuran yang tidak seragam dan berwarna putih kekuningan. Limbah padat ini sebelum dilakukan proses pencucian perlu dilakukan perubahan ukuran, ukuran limbah padat dibuat seragam dengan ukuran lob 30 mesh.

Proses produksi silica white powder dari limbah padat PLTPB melalui berbagai tahapan proses seperti : proses pencucian dengan air, asam chlorida (HCl) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), serta proses pemisahan silica white powder dan proses pembakaran.

## B . Pembakaran

Proses pembakaran dimaksudkan untuk menghilangkan kadar air dan solvent serta impuritis lainnya, temperatur pembakaran sangat berperan dalam menghilangkan air, solvent, dan impuritis. Temperatur pembakaran dilakukan di bawah melting point silica (< 1700°C). Hal ini untuk menghindari melelehnya silica.

Pada pembakaran dengan suhu 400°C, senyawa organic dan sebagian senyawa karbonat (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) akan menguap pada suhu tersebut. Dimana kecepatan reaksi dari pelarutan akan berbanding lurus dengan kenaikan temperatur, tetapi harus diperhatikan bahwa yang akan dipisahkan dapat rusak. Umumnya kelarutan suatu solute yang diekstraksi akan bertambah dengan bertambah tingginya suhu. Demikian juga akan menambah besar difusi. Jadi, secara keseluruhan akan menambah kecepatan reaksi.

Pada suhu 700°C → senyawa karbonat (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) akan menguap sempurna

### II.6.2 Ekstraksi (washing)

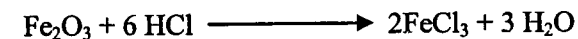
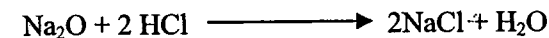
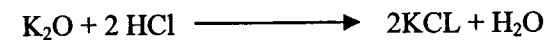
Proses ekstraksi (washing) dilakukan untuk menghilangkan impuritis seperti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O dalam silica dengan menggunakan solvent, jumlah, jenis, dan konsentrasi solvent sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil. Pada operasi ekstraksi ini, kelarutan impuritis dan produk terhadap solvent menjadi dasar operasi pemurniannya. Ratio solvent terhadap bahan Baku juga perlu dikaji untuk memperkirakan jumlah solvent

yang optimum.

Proses ekstraksi (washing) dilakukan dengan mempergunakan jenis solvent seperti air (H<sub>2</sub>O), asam chloride (HCl), asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Pemilihan solvent di dasarkan atas kelarutan dan reaksi impuritis terhadap solvent. Alasan mengapa memilih asam sebagai pelarut karena impuritis mudah larut dengan pelarut asam. Jika menggunakan pelarut basa maka akan larut dengan endapannya sehingga hasil silica akan menjadi buruk hasilnya.

Impuritis seperti K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O sangat larut dalam air dan juga dapat bereaksi dengan solvent. Sedangkan impuritis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat bereaksi dengan asam chlorida (HCl), asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Reaksi – reaksi yang terjadi pada proses ekstraksi di bawah ini :

#### ➤ Reaksi dengan asam chloride (HCl):



Hasil reaksi KCl, NaCl, dan FeCl<sub>3</sub> sangat larut dalam air dan dapat berfungsi sebagai koagulan (bahan kimia pengolahan air limbah).

#### ➤ Reaksi dengan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) :



Hasil reaksi K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> sangat larut dalam air dan dapat berfungsi sebagai koagulan (bahan kimia pengolahan air limbah).

Pada proses ekstraksi perlu memperhatikan kelarutan (solubilitas) silica, kelarutan silica dalam air dipengaruhi oleh temperature. Semakin tinggi temperature kelarutan silica semakin besar. Hal ini berarti pada temperature tinggi silica tidak terjadi pengendapan atau presipitasi. Proses presipitasi terjadi pada temperatur rendah (suhu kamar).

**Tabel II.3. Kelarutan kandungan limbah padat PLTB Dieng**

No	Kandungan dalam limbah padat PLTPB Dieng	Solubility in 100 part		
		Cold water	Hot water	Other reagent
1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Insoluble	-	Soluble HCl
2	Na <sub>2</sub> O	Forms NaOH	-	Decomposes 95% ethyl alcohol
3	K <sub>2</sub> O	Forms KOH	Very soluble	Soluble 95% ethyl alcohol Ethyl ether
4	SiO <sub>2</sub>	Insoluble	Insoluble	Soluble HF Insoluble alkali (NaOH or KOH)

**Tabel II.4. Kelarutan pelarut yang digunakan**

No	Pelarut	Solubility in 100 part		
		Cold water	Hot water	Other reagent
1	HCl	Pada 0 °C 82,3 cc larut dalam 100 gram solvent	Pada 60 °C 56,1 cc larut dalam 100 gram solvent	Soluble 95% ethyl alcohol Ethyl ether
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Soluble in all proportions	Soluble in all proportions	Decomposes 95% ethyl alcohol
3	H <sub>2</sub> O	-	-	Soluble in all proportions 95% ethyl alcohol Slightly Soluble Ethyl ether

(Perry, 1999)

Di dalam limbah padat selain impuritis juga terdapat logam berat lainnya. Pelarut asam dapat melarutkan logam berat yang terdapat dalam limbah padat sedangkan air hanya terbatas untuk dapat melarutkan logam berat dalam limbah padat.

Silica yang mengandung air yang banyak mudah didekomposisi oleh asam. Sedangkan calsium silikat (CaSiO<sub>3</sub>) tidak larut dan tidak terurai dalam air sehingga tidak dapat didekomposisi oleh asam. Begitu juga untuk aluminuim silikat (Al<sub>2</sub>(SiO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>) hampir tidak bereaksi dengan asam. Peleburan silica selalu dibuat dengan kelebihan natrium karbonat yang besar dan temperature yang tinggi untuk memastikan didekomposisi oleh asam dari produk secara utuh. Sedangkan untuk zat - zat pengotor seperti K<sub>2</sub>O sangat larut dalam air dan jika bereaksi dengan air akan membentuk KOH, sedangkan reagent lain dapat melarutkan K<sub>2</sub>O antara lain ethyl dan alkali. Untuk Na<sub>2</sub>O ini juga dapat terdekomposisi dengan larutan alkali seperti KOH dan NaOH untuk kelarutannya dengan reagen lain. Sedangkan untuk Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tidak dapat larut dalam air, tetapi larut dalam HCl. (Perry, 1999)

Pada penelitian ini dititikberatkan untuk memperoleh proses yang sederhana, dan terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan pada proses ekstraksi(washing) antara lain :

#### 1. Ukuran partikel

Operasi ekstraksi akan berlangsung dengan baik bila diameter partikel diperkecil. Pengecilan ukuran partikel ini akan memperbesar luas permukaan kontak antara partikel dengan liquida sehingga pelarutan filtrat dan laju pelarutan diperbesar. Pengecilan ukuran ini bertujuan menghancurkan matriks inert pengotor yang melingkupi solute atau juga memberikan bentuk irisan yang memungkinkan bahan padatan bersifat permeable pada ekstraksi. Tetapi partikel yang sangat halus membuat proses tidak efektif dan semakin

sulit dalam pemisahan sehingga sulit diperoleh larutan ekstrak yang bersih. (Bernadini, 1982)

## 2. Jenis solvent

Dasar pemilihan solvent yang cukup baik dimana tidak akan merusak konstituen/solute yang diharapkan atau residu. Disamping itu juga tidak boleh pelarut dengan viscositas yang tinggi agar sirkulasi dapat bebas terjadi. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan asam chloride (HCl) sebagai salah satu pelarut yang digunakan selain air ( $H_2O$ ) dan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Secara umum pelarut untuk ekstraksi harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut : (Guenther, 1987)

- Memiliki daya larutan besar terhadap bahan yang akan diekstraksi.
- Tidak bersifat racun dan tidak mudah terbakar.
- Tidak bersifat korosif terhadap peralatan kerja dan instrumen lainnya.
- Tidak mudah membeku pada suhu rendah.
- Harganya murah dan mudah diperoleh.
- Tidak mudah merusak bahan yang diekstraksi.

## 3. Suhu Pembakaran

Kecepatan reaksi meningkat (berbanding lurus) dengan kenaikan temperatur, tetapi harus diperhatikan bahwa pada suhu tertentu bahan yang akan dipisahkan dapat rusak. Umumnya kelarutan suatu solute yang diekstraksi akan bertambah dengan bertambah tingginya suhu. Demikian juga akan menambah besar difusi. Jadi, secara keseluruhan akan menambah kecepatan reaksi.

## 4. Pengadukan

Secara umum pengadukan bertujuan untuk mendistribusikan suhu agar merata dan mempercepat kontak solute dengan solvent. Pada proses ekstraksi, pengadukan bertujuan untuk mengurangi pengendapan. Selain mempercepat laju putar, partikel semakin terdistribusi dalam pelarut sehingga permukaan kontak meluas dan dapat memberikan kontak dengan pelarut yang diperbaharui terus. Begitu pula semakin lama pengadukan berarti difusi dapat berlangsung terus dan lama pengadukan harus dibatasi pada harga optimum agar konsumsi energi tidak terlalu besar. Pengaruh factor pengadukan ini hanya ada bila laju pelarutan memungkinkan. (Bernadini, 1982)

## II.7. HIPOTESIS

Limbah padat dan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) Dieng banyak mengandung silika yang dapat dimanfaatkan menjadi silica white powder. Pengambilan silika dilakukan dengan menggunakan proses ekstraksi (washing) yang dipengaruhi oleh berat limbah (gr), jenis pelarut, dan volume pelarut (ml).

### BAB III

#### PELAKSANAAN PENELITIAN

##### III.1. BAHAN – BAHAN YANG DIGUNAKAN

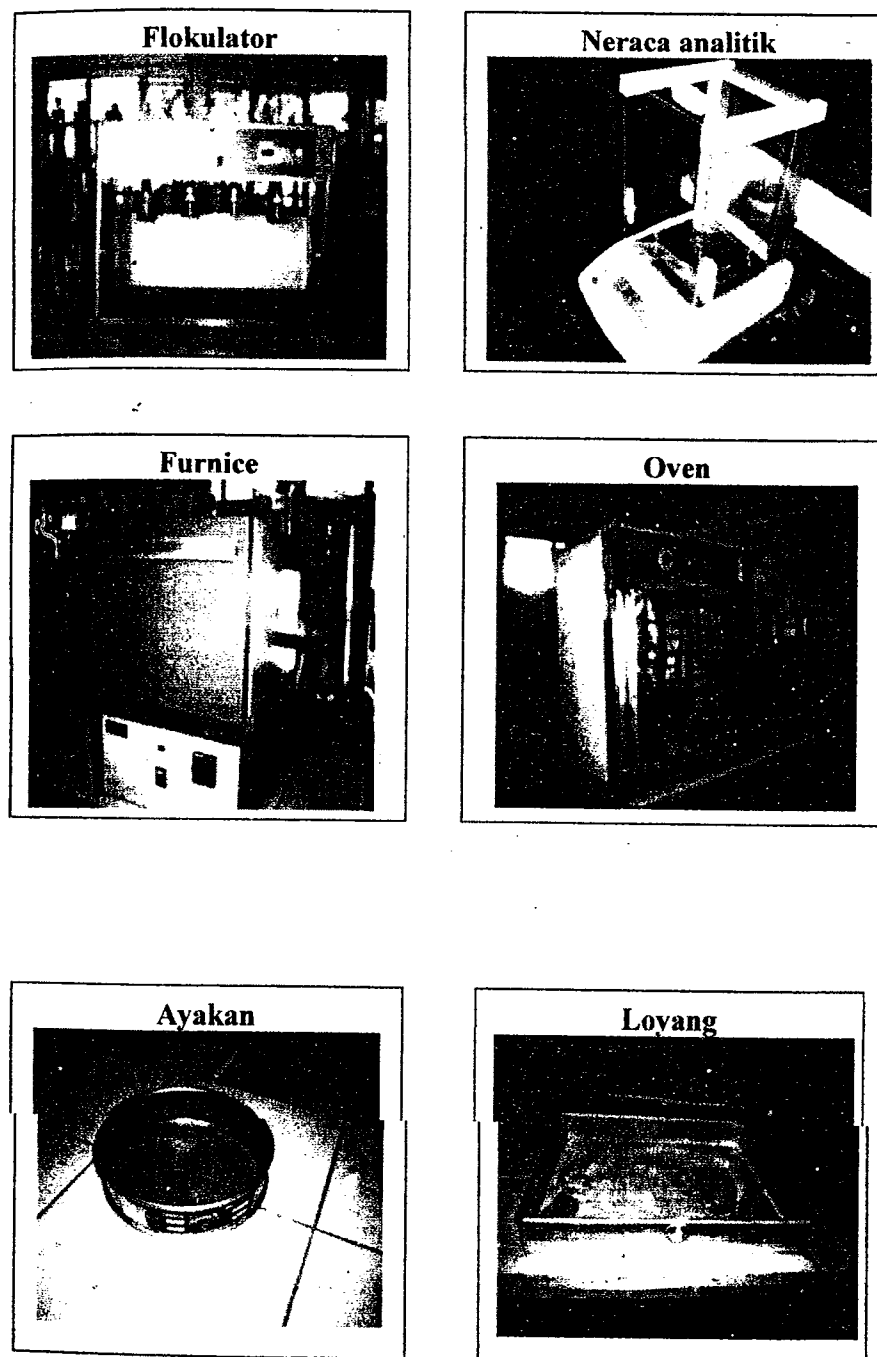
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) yang berupa limbah padat. Bahan pembantu yaitu pelarut air ( $H_2O$ ), asam klorida ( $HCl$ ) dengan kadar 75% dan asam asetat ( $H_2SO_4$ ) dengan kadar 98 % untuk proses pencucian (washing).

##### III.2. ALAT DAN RANGKAIAN ALAT

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Flokulator
2. Neraca analitik
3. Gelas ukur
4. Corong
5. Oven
6. Furnice
7. Loyang
8. Alat penumbuk
9. Ayakan
10. Cawan
11. Beaker Glass
12. Kain penyaring
13. Sendok

Gambar 7. Alat-alat yang digunakan



### III.3. VARIABEL YANG DIGUNAKAN

#### III.3.1. Kondisi yang ditetapkan

1. Kecepatan putaran pengadukan : 100 rpm
2. Waktu pengadukan : 30 menit
3. Suhu pembakaran : 1100°C
4. Konsentrasi pelarut (HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) : 1 dari volume pelarut

#### III.3.2 Kondisi yang dijalankan

1. Berat limbah (gr) : 50 ; 100 ; 150 ; 200 ; 250
2. Jenis Pelarut : H<sub>2</sub>O ; HCl ; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
3. Volume pelarut (ml) : 500 ; 1000 ; 1500

### III.4. PROSEDUR PENELITIAN

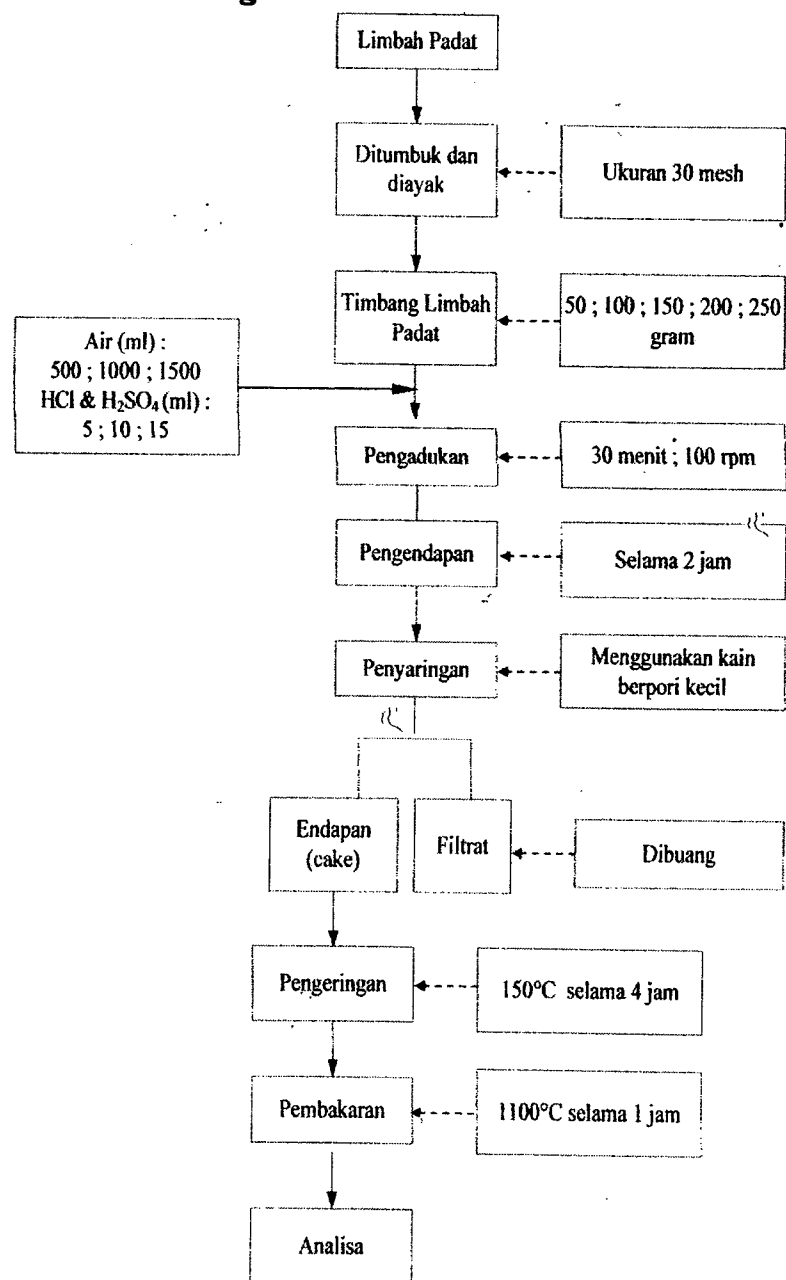
#### Proses Produksi Silica White Powder dari Limbah Padat

1. Limbah padat ditumbuk sampai halus, kemudian diayak dengan ukuran 30 mesh.
2. Timbang limbah padat yang bervariasi sebanyak (gram) : 50 ; 100 ; 150 ; 200 ; 250.
3. Pasang beaker glass yang telah diisi dengan pelarut air (H<sub>2</sub>O) ke alat flokulator.
4. Masukkan limbah padat ke dalam beaker glass yang berisi air yang telah disiapkan.
5. Jalankan flokulator selama 30 menit dengan kecepatan 100 rpm selama 1 x pengulangan.
6. Kemudian untuk penambahan pelarut, tambahkan pelarut (H<sub>2</sub>O dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ke dalam beaker glass yang telah berisi air dan limbah padat sebanyak 1 % dari volume pelarut.
7. Jalankan flokulator selama 30 menit dengan kecepatan 100 rpm selama 1 x pengulangan.

8. Setelah itu dilakukan proses penyaringan dengan menggunakan kain yang berpori sangat kecil hingga diperoleh endapan berupa residu (silica) dan filtratnya (air) dibuang.
9. Setelah mengendap beberapa saat, endapan tersebut diambil kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 150°C untuk menghilangkan kadar air sekitar 4 jam.
10. Endapan yang telah kering kemudian diletakkan di cawan dan kemudian dimasukkan ke dalam furnace untuk dilakukan pembakaran dengan suhu konstan 1100°C selama 1 jam.
11. Hasil pembakaran berupa silica white powder kemudian dilakukan analisa di laboratorium untuk mengetahui konsentrasi silica (SiO<sub>2</sub>) dan impurities seperti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O.



### III.5. Skema Ekstraksi Silica White Powder dari Limbah Padat PLTPB Dieng



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### IV.1. Analisa Bahan Baku (limbah padat PLTPB Dieng)

Limbah padat PLTPB Dieng masih berupa padatan dengan ukuran tidak seragam dan berwarna putih kekuningan. Limbah padat sebelum dilakukan, pencucian perlu dilakukan perubahan ukuran seragam dengan ukuran lolos 30 mesh. Berdasarkan data analisa yang kami peroleh, diketahui kualitas limbah padat PLTPB Dieng seperti tercantum dalam tabel berikut ini :

Tabel IV.1. Kualitas Limbah Padat PLTPB Dieng

No	Parameter	Konsentrasi (% berat)
1	SiO <sub>2</sub>	55,233
2	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,505
3.	Na <sub>2</sub> O	14,955
4	K <sub>2</sub> O	8,307

([www.geodipa.co.id](http://www.geodipa.co.id))

### IV.2. Proses Ekstraksi (washing)

Proses ekstraksi (washing) silica white powder dari limbah padat PLTPB Dieng melalui berbagai tahapan seperti : proses pencucian dengan air (H<sub>2</sub>O), asam chlorida (HCl) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), proses pemisahan silica white powder dan proses pembakaran.

#### IV.2.1. Ekstraksi (washing) dengan pelarut air

Proses ekstraksi (washing) dengan pelarut air dilakukan dengan berbagai variasi seperti perbandingan berat bahan terhadap volume air dengan suhu yang telah ditetapkan. Hasil analisa kadar silica dan

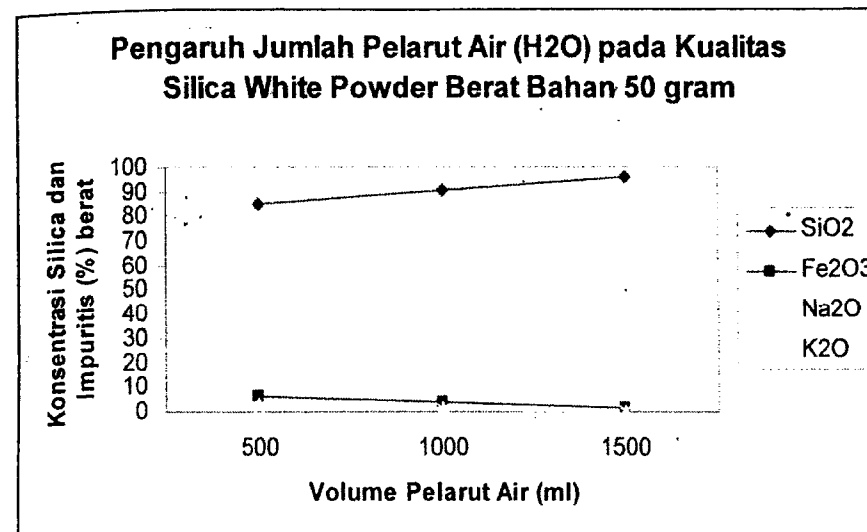
impuritisnya adalah seperti tercantum dalam tabel berikut ini :

**Tabel IV.2. Kualitas Silica White Powder dengan Pelarut Air (H<sub>2</sub>O) dan Pernbakaran 1100°C**

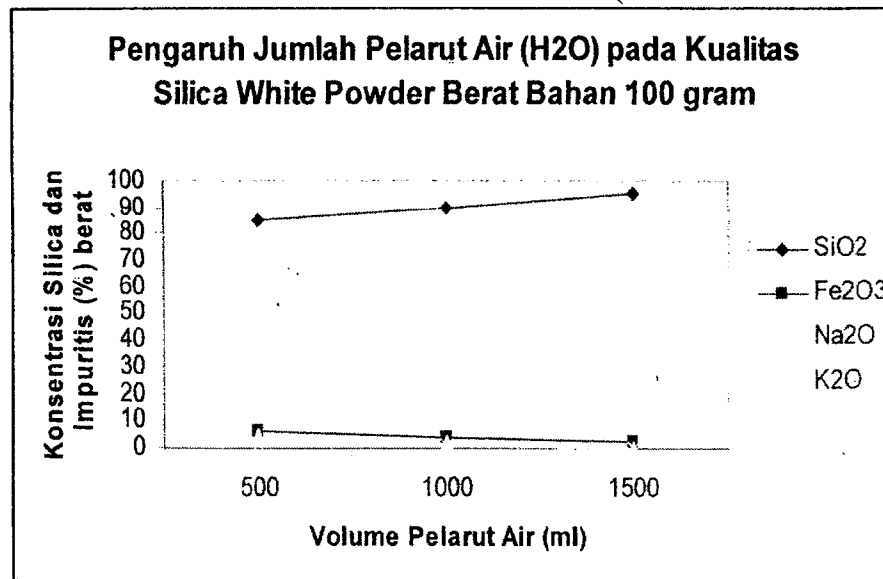
No.	Berat Bahan (gram)	Volume Air (ml)	Konsentrasi Silica dan Impuritis (%) berat			
			SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1	50	500	84.9	6	3.4	1.2
		1000	90.2	3.7	1.9	0.7
		1500	96.1	1.9	0.2	0.1
2	100	500	84.7	6.4	4.6	1.6
		1000	89.7	4.2	2.4	1
		1500	95.2	2.3	0.3	0.2
3	150	500	83.5	6.7	5.7	1.8
		1000	88.1	4.9	3	1.4
		1500	94.3	2.6	0.7	0.4
4	200	500	82.7	7.2	6.1	2
		1000	86.8	5.6	3.7	1.6
		1500	92.6	3.2	1.4	0.6
5	250	500	81.9	7.6	7.3	2.3
		1000	85.8	6.2	4.2	1.9
		1500	92.1	3.7	1.9	0.8

(Laboratorium SUCOFINDO)

**Grafik IV.1. Pengaruh Jumlah Pelarut Air (H<sub>2</sub>O) pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 50 gram, Temperatur 1100°C**

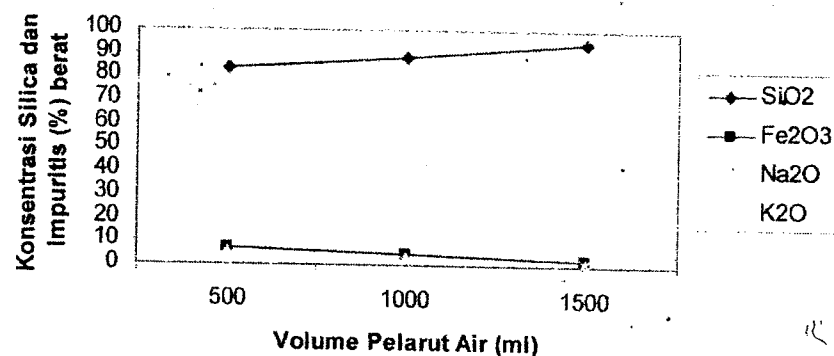


**Grafik IV.2. Pengaruh Jumlah Pelarut Air (H<sub>2</sub>O) pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 100 gram, Temperatur 1100°C**



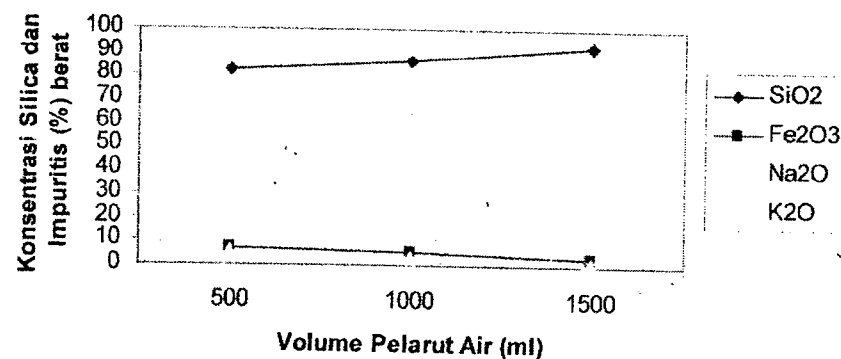
**Grafik IV.3. Pengaruh Jumlah Pelarut Air ( $H_2O$ ) pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 150 gram, Temperatur  $1100^{\circ}C$**

Pengaruh Jumlah Pelarut Air ( $H_2O$ ) pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 150 gram



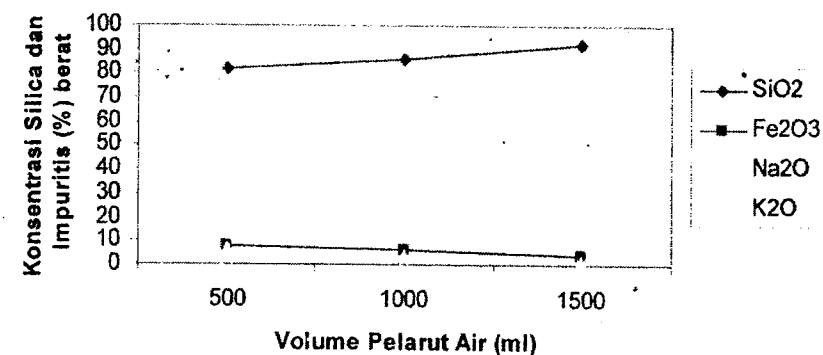
**Grafik IV.4. Pengaruh Jumlah Pelarut Air ( $H_2O$ ) pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 200 gram, Temperatur  $1100^{\circ}C$**

Pengaruh Jumlah Pelarut Air ( $H_2O$ ) pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 200 gram



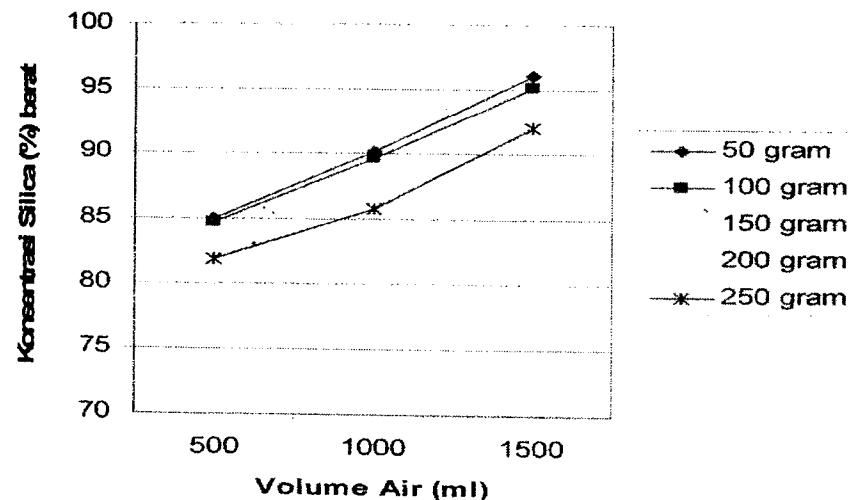
**Grafik IV.5. Pengaruh Jumlah Pelarut Air ( $H_2O$ ) pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 250 gram, Temperatur  $1100^{\circ}C$**

Pengaruh Jumlah Pelarut Air ( $H_2O$ ) pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 250 gram



**Grafik IV.6. Konsentrasi Silica pada Berbagai Berat dengan Pelarut Air**

Kadar  $SiO_2$  berbagai berat



### Pembahasan :

Berdasarkan hasil analisa yang telah didapat proses ekstraksi (washing) dengan menggunakan pelarut air yang ditunjukkan dalam tabel IV.2. Serta grafik IV.1. sampai IV.5. diketahui bahwa semakin besar jumlah pelarut yang dipergunakan maka kualitas silica white powder yang dihasilkan semakin baik. Hal ini disebabkan semakin besar jumlah pelarut semakin besar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$  yang larut, Kadar silica white powder dapat mencapai 96,1 %. Kondisi ini diperoleh dengan berat bahan sebesar 50 gram, pelarut air 1500 ml, dan temperatur pembakaran  $1100^\circ\text{C}$ . Ini terlihat pada grafik IV.6. Ratio bahan baku terhadap solvent pada pelarut air adalah 1 : 30.

#### IV.2.2 Ekstraksi (washing) dengan pelarut asam chlorida (HCL)

Proses ekstraksi (washing) dengan pelarut asam chlorida (HCL) dilakukan dengan berbagai variasi seperti perbandingan berat bahan terhadap volume air dengan suhu yang telah ditetapkan. Hasil analisa kadar silica dan impuritisnya adalah sebagai berikut :

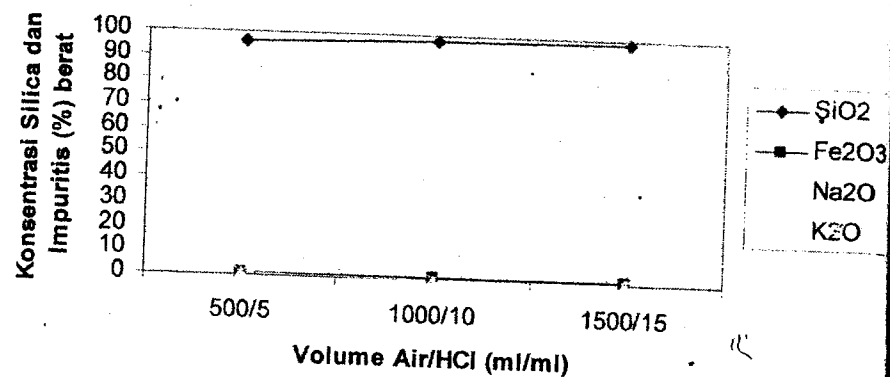
Tabel IV.3. Kualitas Silica White Powder dengan Pelarut Asam Chlorida (HCl) dan pembakaran  $1100^\circ\text{C}$

No	Berat Bahan (gram)	Volume Air/HCl (ml/ml)	Konsentrasi Silica dan Impuritis (%) berat			
			$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$
1	50	500/5	96.1	1.1	0.4	0.5
		1000/10	97.6	0.8	0.03	0.1
		1500/15	98.1	0.6	0.01	0.01
2	100	500/5	95.9	1.7	0.7	0.6
		1000/10	97.5	1	0.1	0.3
		1500/15	97.9	0.8	0.05	0.02
3	150	500/5	94.4	2	1.3	0.8
		1000/10	95.7	1.1	0.3	0.7
		1500/15	96.8	0.9	0.2	0.1
4	200	500/5	92.6	2.4	1.5	0.9
		1000/10	95.8	1.4	0.6	1.2
		1500/15	96.2	1.1	0.3	0.2
5	250	500/5	92.3	2.9	1.8	1.1
		1000/10	95.6	1.7	0.7	1.5
		1500/15	96.1	1.3	0.4	0.25

(Laboratorium SUCOFINDO)

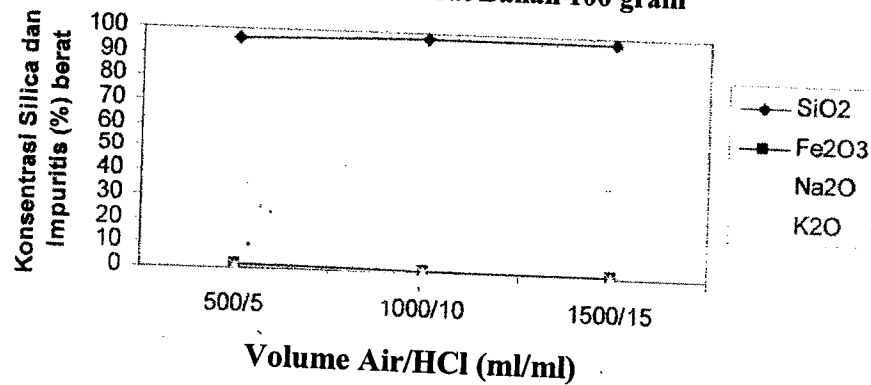
**Grafik IV.7. Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 50 gram, Temperatur 1100°C**

**Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 50 gram**



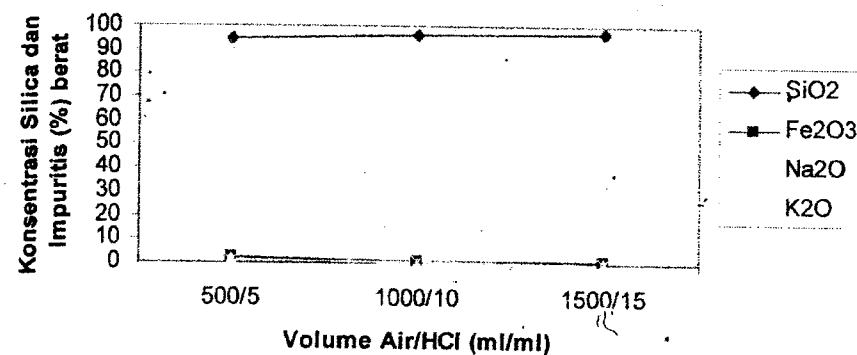
**Grafik IV.8. Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 100 gram, Temperatur 1100°C**

**Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 100 gram**



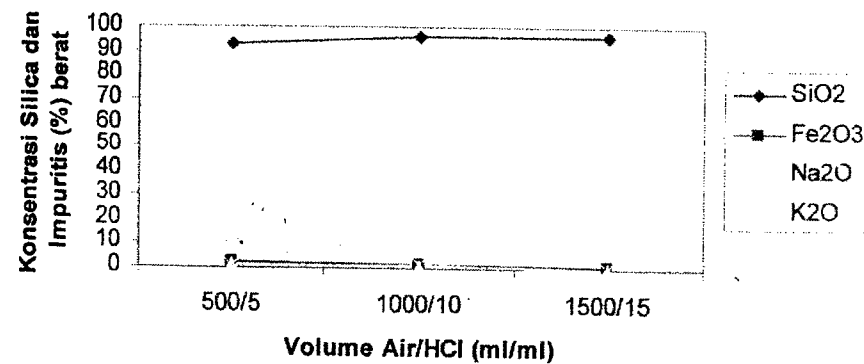
**Grafik IV.9. Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 150 gram, Temperatur 1100°C**

**Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 150 gram**

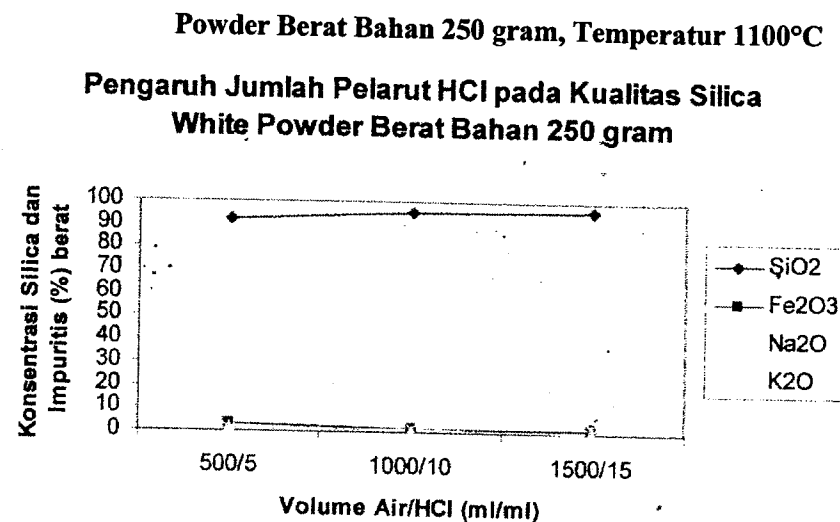


**Grafik IV.10. Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 200 gram, Temperatur 1100°C**

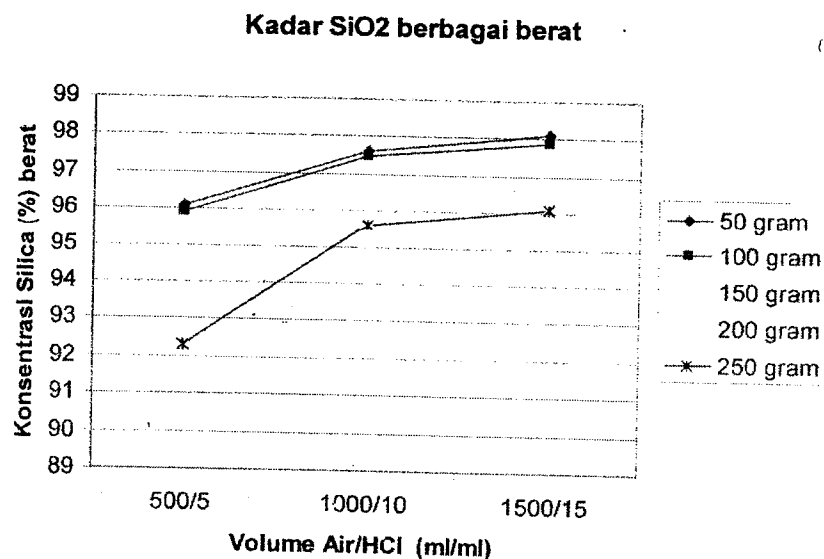
**Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 200 gram**



**Grafik IV.11. Pengaruh Jumlah Pelarut HCl pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 250 gram, Temperatur 1100°C**



**Grafik IV.12. Konsentrasi Silica pada Berbagai Berat dengan Pelarut Asam Chlorida (HCl)**



Pembahasan :

Berdasarkan hasil analisa yang telah didapat, proses ekstraksi (washing) dengan menggunakan pelarut asam chlorida (HCl) yang ditunjukkan dalam tabel IV.3 serta grafik IV.7. sampai IV.11. diketahui bahwa semakin besar jumlah pelarut asam chlorida (HCl) yang dipergunakan maka kualitas silica white powder yang dihasilkan semakin baik. Hal ini disebabkan semakin besar jumlah pelarut semakin besar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$  yang larut. Kadar silica white powder dapat mencapai 98,1%, kondisi ini diperoleh dengan berat bahan sebesar 50 gram, pelarut asam chlorida (HCl) 1500 ml dengan HCl 15 ml dan temperatur pembakaran 1100°C. Ini terlihat pada grafik IV.12. Ratio bahan baku terhadap solvent pada pelarut HCl adalah 1 : 30,3.

#### IV.2.3. Ekstraksi (washing) dengan pelarut asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

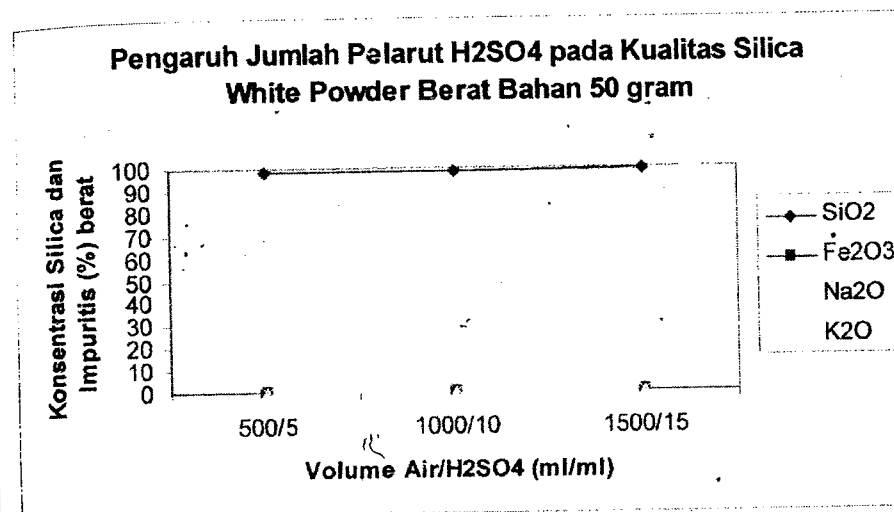
Proses ekstraksi (washing) dengan pelarut asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dilakukan dengan berbagai variasi seperti perbandingan berat bahan terhadap volume air dengan suhu yang telah ditetapkan. Hasil analisa kadar silica dan impuritisnya adalah sebagai berikut :

**Tabel IV.4. Kualitas Silica White Powder dengan Pelarut Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan pembakaran  $1100^\circ C$**

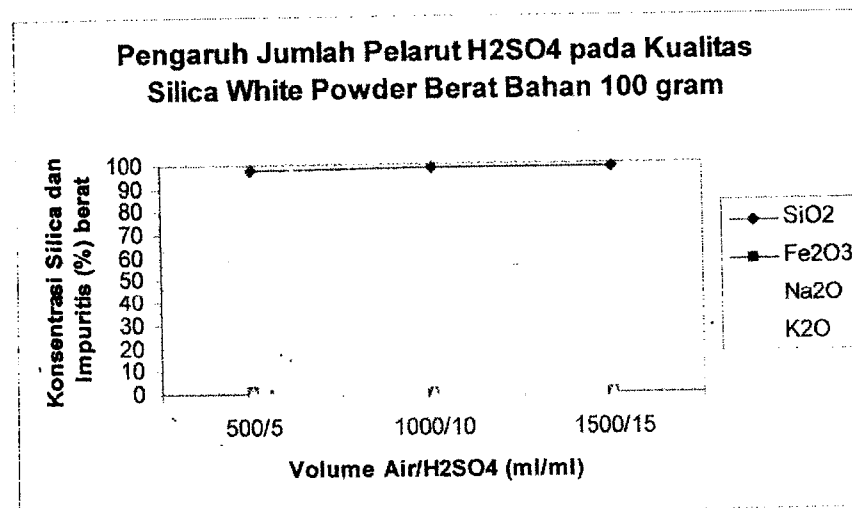
No	Berat Bahan (gram)	Volume Air/ $H_2SO_4$ (ml/ml)	Konsentrasi Silica dan Impuritis (%) berat			
			$SiO_2$	$Fe_2O_3$	$Na_2O$	$K_2O$
1	50	500/5	98.01	0.35	0.12	0.08
		1000/10	98.7	0.10	0.06	0.07
		1500/15	98.9	0.04	0.06	0.03
2	100	500/5	97.9	0.72	0.51	0.12
		1000/10	98.6	0.36	0.20	0.10
		1500/15	98.8	0.24	0.16	0.06
3	150	500/5	96.8	1.06	0.88	0.19
		1000/10	96.9	0.64	0.42	0.13
		1500/15	97.5	0.42	0.21	0.09
4	200	500/5	95.7	1.62	1.44	0.21
		1000/10	96.8	0.96	0.62	0.14
		1500/15	97.4	0.68	0.32	0.10
5	250	500/5	95.6	2.01	1.90	0.26
		1000/10	96.4	1.28	0.80	0.17
		1500/15	96.9	0.84	0.38	0.12

(Laboratorium SUCOFINDO)

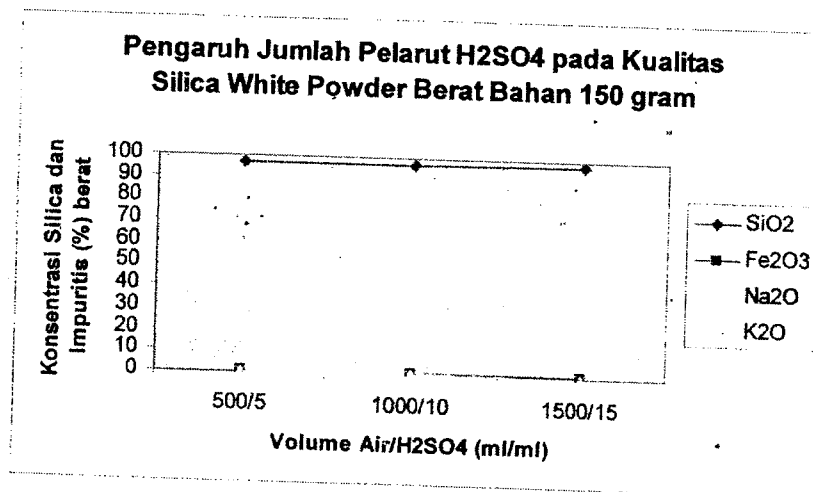
**Grafik IV.13. Pengaruh Jumlah Pelarut  $H_2SO_4$  pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 50 gram, Temperatur  $1100^\circ C$**



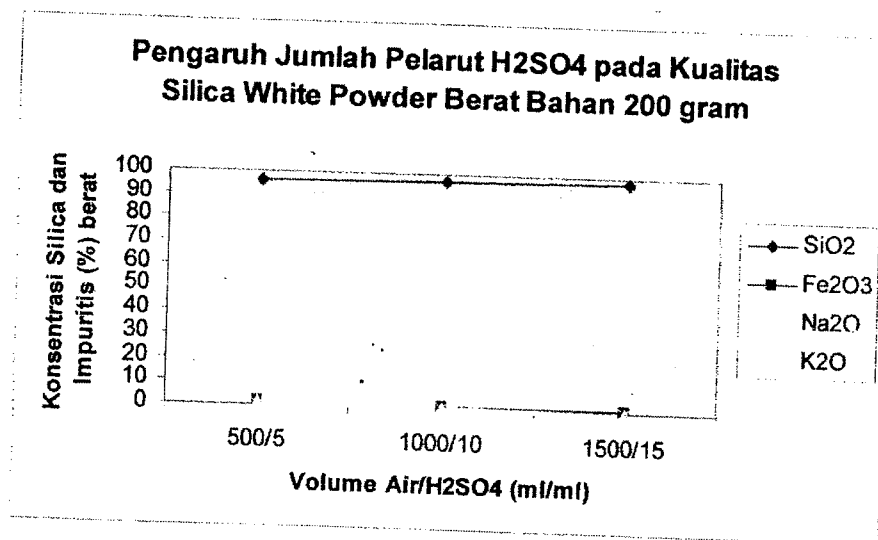
**Grafik IV.14. Pengaruh Jumlah Pelarut  $H_2SO_4$  pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 100 gram, Temperatur  $1100^\circ C$**



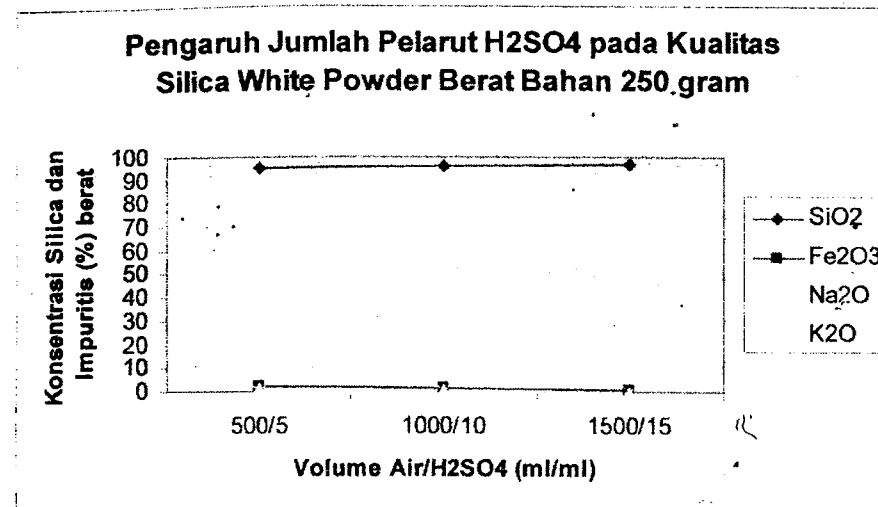
Grafik IV.15. Pengaruh Jumlah Pelarut  $H_2SO_4$  pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 150 gram, Temperatur  $1100^\circ C$



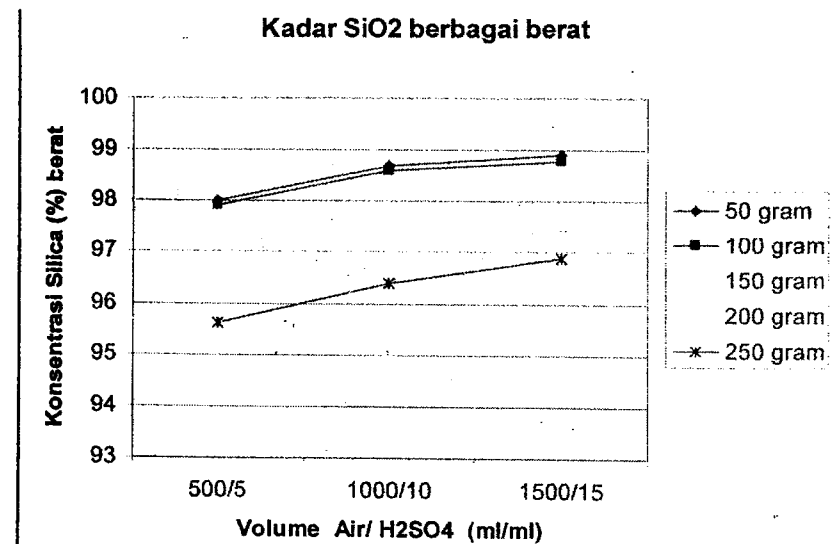
Grafik IV.16. Pengaruh Jumlah Pelarut  $H_2SO_4$  pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 200 gram, Temperatur  $1100^\circ C$



Grafik IV.17. Pengaruh Jumlah Pelarut  $H_2SO_4$  pada Kualitas Silica White Powder Berat Bahan 250 gram, Temperatur  $1100^\circ C$



Grafik IV.18. Konsentrasi Silica pada Berbagai Berat dengan Pelarut Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ )





### Pembahasan :

Berdasarkan hasil analisa yang telah didapat proses ekstraksi (washing) dengan menggunakan pelarut asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) yang ditunjukkan dalam tabel IV.4. serta grafik IV.13. sampai IV.17. diketahui bahwa semakin besar jumlah pelarut asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) yang dipergunakan maka kualitas silica white powder yang dihasilkan semakin baik. Hal ini disebabkan semakin besar jumlah pelarut semakin besar  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$ , dan  $K_2O$  yang larut. Kadar silica white powder dapat mencapai 98,9 %, kondisi ini diperoleh dengan berat bahan sebesar 50 gram, pelarut asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 1500 ml dengan  $H_2SO_4$  15 ml dan temperatur pembakaran  $1100^\circ C$ . Ini terlihat pada grafik IV.18. Ratio bahan baku terhadap solvent pada pelarut  $H_2SO_4$  adalah 1 : 30,3.

Grafik IV.19. Konsentrasi  $SiO_2$  Pada Berbagai Jenis Pelarut

Berdasarkan grafik IV.19 terlihat bahwa diantara ketiga jenis pelarut, asam sulfat mampu mencuci dengan baik. Terbukti dengan kadar  $SiO_2$  yang banyak diperoleh.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### V.1. Kesimpulan

1. Pada limbah padat PLTPB Dieng konsentrasi awal Silica ( $SiO_2$ ) sebesar 55,233 berat, sedangkan impurities seperti  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$  dan  $K_2O$  sebesar 45,767 % berat.
2. Pada proses ekstraksi (washing) dengan pelarut air diperoleh data terbaik dengan kadar silica 96,1 % dengan kondisi berat bahan 50 gram dan pelarut air 1500 ml pada suhu  $1100^\circ C$ . Namun pada pelarut asam chlorida (HCl) kadar silica terbaik adalah 98,1 % pada kondisi berat bahan 50 gram dengan pelarut 1500 ml dengan HCl 15 ml pada suhu  $1100^\circ C$ . Sedangkan dengan pelarut asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) kadar silica terbaik adalah 98,9 % pada kondisi berat bahan 50 gram dengan pelarut 1500 ml dengan  $H_2SO_4$  15 ml pada suhu  $1100^\circ C$ .
3. Dari data analisa awal dan hasil analisa laboratorium terbaik bahwa dengan pelarut air ada peningkatan kadar Silica ( $SiO_2$ ) sebesar 74 %, sedangkan pelarut HCl sebesar 77,6 % dan pelarut  $H_2SO_4$  sebesar 79,1%.
4. Jenis pelarut terbaik dalam ekstraksi silica white powder dari limbah padat PLTPB Dieng yaitu menggunakan pelarut asam sulfat dengan kondisi 50 gram limbah padat, 1500 ml air, 15 ml asam sulfat pada temperatur pembakaran  $1100^\circ C$  dengan kadar silica white powder mencapai 98,9 %.

#### V.2. Saran

Hasil penelitian yang kami lakukan telah mendapatkan kadar silika yang tinggi. Yaitu dengan proses ekstraksi (washing) menggunakan asam sulfat dengan suhu pembakaran  $1100^\circ C$ . Kami sarankan untuk penelitian

selanjutnya bisa menggunakan metode lain agar mendapatkan kadar silika yang murni.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akira Ueda, Koichi Kato, Katsumi Mogi, Ed Mroczek and Ian A. Thain, 2002, *Silica removal from Mokai, New Zealand, geothermal brine by treatment with lime and a cationic precipitant*, Geothermal and Energy, Technical Services Ltd., 19 Cherry Lane, Acacia Bay, Taupo, New Zealand
- Arthur, 1958, *The Condensed Chemical Dictionary*, Maruzen Company, limited, New York
- Fauzi, A., Bahri, S., Akuanbantin, H., 2000, Geothermal Development in Indonesia: An Overview of Industry Status and Future Growth, Proc. World Geothermal Congress, Tohoku, Japan
- Kato koichi, Ueda Akira, Mogi Katsumi, Mori Hiroshi, Shimojo Mikio, 2002, *Journal of the Geothermal Research Society of Japan*, F0489B, Vol.24;No.3;Page.221-236, Japan
- Kirk, Othmer, 1982, *Encyclopedia of Chemical Technology*, edisi 3, Vol.20 hal 749-765, John Wiley and Sons, inc, Taiwan, RRC
- Klug, Harald P and Brasted, Robnert C, 1958, *Text Book of The Elements and Compound of Group IV A ; in Comprehensive Inorganic Chemistry. Vol.7*, De Van Nostrand Company, inc. New York
- Koichi Kato, Akira Ueda, Katsumi Mogi, Hiroshi Nakazawa and Kenji Shimizu, 2003, *Silica recovery from Sumikawa and Ohnuma geothermal brines (Japan) by addition of CaO and cationic precipitants in a newly developed seed circulation device*, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Iwate University, 4-35 Ueda, Morioka, Iwate, 020-8551, Japan
- Muchtar Aziz, 1993, *Percobaan Pembuatan Kapir ringan dalam Skala kecil*,

Buletin PPTM vol.15 No.15, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung

Pablo Gutierrez, William B, Bruton C, and Funds,2002, *Co-production of Silica from Geothermal Fluid*, CEC kick-off meeting, United States

Perry, R.H, 1999, *Chemical Engineering Hand Book* ,7<sup>th</sup> edition, Mc Graw-Hill Book, Kogakuha, ltd, Tokyo

Srie Muljani, Risky Fajar dan Sutikno,2008, *Isolasi Silika dari Limbah Padat Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi*, Laporan Penelitian

Sugita H, Isao M, Tsutomu Y,2000, *Silica Scale Prevention Methode Using Seed Made from Geothermal Brine*, Proceedings World Geothermal Congress, Japan, p.2925

Turner, F.M,1956, *The Condensed Chemical Dictionary*, edisi 5, Reinhold Publishing Corporation, New York.

[www.geodipa.co.id](http://www.geodipa.co.id)

[www.kimia@net.com](mailto:www.kimia@net.com)

[www.pertamina.com](http://www.pertamina.com)

[www.wikipedia-indonesia.com](http://www.wikipedia-indonesia.com)